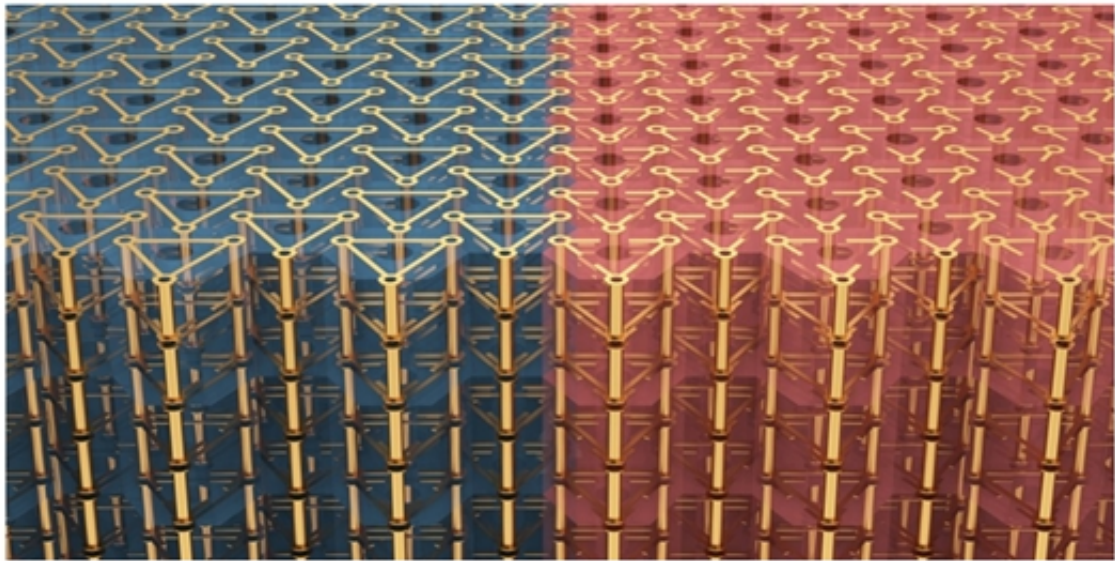

国际首个三维光学拓扑绝缘体研制成功

作者：崔雪芹 柯溢能 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3704.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！



国际首个三维光学拓扑绝缘体研制成功。1月10日，国际首个三维光学拓扑绝缘体研制成功，三维拓扑绝缘体从费米子体系扩展到了玻色子体系，有望大幅度提高光子在波导中的传输效率，相关成果发表在《自然》上。

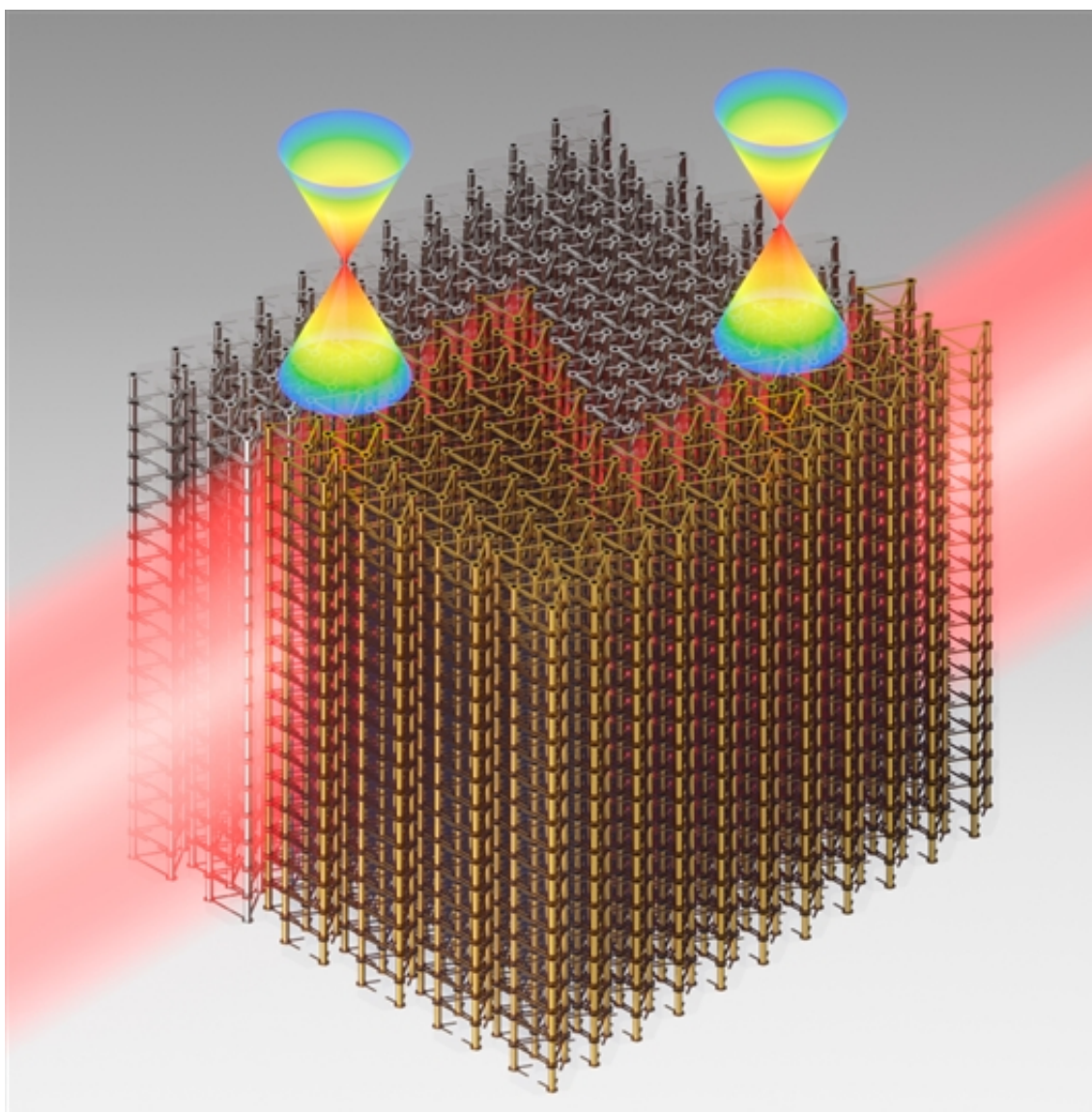
这项研究由浙江大学教授陈红胜课题组和新加坡南洋理工大学教授Baile Zhang、Yidong Chong课题组合作完成，浙江大学信息与电子工程学院博士杨怡豪为论文第一作者，陈红胜、Baile Zhang、Zhen Gao为共同通讯作者。拓扑绝缘体自提出以来一直是凝聚态领域的一大研究热点，关于拓扑物质的研究工作荣获了2016年的诺贝尔物理学奖。

拓扑绝缘体介于导体和绝缘体之间，其内部表现为绝缘体，而材料表面表现为导体。其表面电流源于材料内部电子能带的拓扑特性，能够对缺陷、拐角、无序等免疫，故而实现电子的高效运输。为何科学家锲而不舍地研究三维光学拓扑绝缘体呢？这是因为光学拓扑绝缘体的实验研究局限于二维空间。在二维光学拓扑绝缘体中，表面波传播时只有一维单向的拓扑边界态，而表面波在三维光学拓扑绝缘体中传播时，其拓扑表面态表现为二维无质量狄拉克费米子。杨怡豪告诉《中国科学报》记者，他本人对拓扑光学一直很有兴趣。

两年前，杨怡豪关注到三维光学拓扑绝缘体的设计理论，但是其参数十分苛刻，很难实现。而杨怡豪对于如何加工结构和测量有着较深的认识，设计材料结构正是他所擅长的。基于这些优势，杨怡豪成功设计出三维光学拓扑绝缘体，并突破了实验上的技术难点，完成了测量。据悉，国

际联合研究团队通过联合攻关，首次实验实现了具有宽频带拓扑能隙的三维光学拓扑绝缘体。在这一研究过程中，杨怡豪博士巧妙地设计提出了一种由多个开口谐振器构成的电磁单元结构，该电磁单元结构具有很强的电磁双各向异性特性，这是实现宽频带三维光学拓扑绝缘体并使实验得以成功验证的关键。

电磁双各向异性介质单元 三维光学拓扑绝缘体的设计过程并非一帆风顺。但杨怡豪凭借团队在新型人工异向介质材料上雄厚的研究基础，经过十几个版本迭代，历时数月设计出了电磁双各向异性介质单元。三维拓扑绝缘体的本质特征在于材料体内具有三维能隙，而材料表面具有二维狄拉克锥形式的能带。此前科学家们验证电子拓扑绝缘体需要购买高昂的检测设备。此次国际联合团队根据光子或电磁波的特性搭建电磁波三维扫场平台，进行了实验测试。他们通过对三维光学拓扑绝缘体内部及表面电磁场分布成像，提取电磁波模式的色散特征。该研究团队在实验中成功观测到该材料的三维能隙，以及具有二维狄拉克锥形式的表面态——这些正是三维光学拓扑绝缘体的关键特征。



表面波无阻碍的绕过Z型拐角 由于表面光子受到拓扑保护，该三维光学拓扑绝缘体可以用来构建光子高速公路，让光子在传输过程中，不被杂质、缺陷或者拐角影响，或者说，使各类缺陷隐身

。为验证上述理论，该研究团队通过对三维曲面上表面态的成像，实验验证了表面波在界面传播时能够无障碍地绕过Z型拐角。这一现象表明，对表面波来说，这些拐角就像被隐形不可见一样，而能够绕过拐角实现高效传播正是受益于三维光学拓扑绝缘体的拓扑保护特性。

这项研究实现的三维光学拓扑绝缘体，或可适用于三维拓扑光学集成电路、拓扑波导、光学延迟线、拓扑激光器以及其他表面波电磁调控器件中。该研究将三维拓扑绝缘体从费米子体系扩展到了玻色子体系，有望启发其它波色子系统(如声子及冷原子等)中三维拓扑绝缘体地实验实现，对拓展三维拓扑态体系具有重要意义。《自然》杂志匿名评审专家评价该项研究工作时指出，实验实现三维光学拓扑绝缘体十分重要，将推动该新兴领域的发展。

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0829-0>

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发